

BAB I

Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan negara agraris dengan penghasilan pertanian yang cukup melimpah. Hasil pertanian, terutama dalam dunia pangan, sangat mencukupi kebutuhan masyarakatnya. Sebagai contoh adalah bahan makanan pokok yang mengandung karbohidrat seperti, beras, ubi dan jagung. Salah satu tanaman pangan penghasil karbohidrat yang terpenting di dunia, selain gandum dan padi adalah jagung. Sebagian besar daerah-daerah di Indonesia membudidayakan jagung. Bahkan beberapa daerah menjadikan jagung sebagai komoditi utama. Jagung merupakan salah satu tanaman pangan yang mudah dibudidayakan karena tidak rentan terhadap hama dan penyakit tumbuhan. Selain sebagai bahan makanan pokok, jagung juga dapat diolah menjadi bahan olahan lainnya seperti tepung jagung, penyedap rasa jagung, sereal dari bahan dasar jagung, makanan ringan, minyak jagung, kue berbahan dasar jagung dan lain sebagainya. Apabila jagung dibudidayakan secara optimal dan diolah dengan baik dan tepat, maka taraf perekonomian petani akan meningkat.

Perkembangan hasil tanaman pangan jagung di Indonesia yang cukup melimpah tentu saja harus sinergis dengan perkembangan industri yang bergerak dalam bidang pengolahan bahan pangan. Salah satunya adalah agroindustri yaitu suatu upaya yang dilakukan agar mampu menjamin pemanfaatan hasil pertanian secara optimal dengan memberikan nilai tambah yang tinggi melalui

perkembangan dan penguasaan teknologi pengolahan dengan konsep keterkaitan yang menguntungkan antara petani, produsen dengan pihak industri. Agroindustri menjadi jembatan penting baik bagi petani, produsen maupun pihak industri dalam memaksimalkan pengolahan tanaman pangan petani. Secara sederhana dengan adanya agroindustri membantu meringankan petani dalam hal pemasaran atau penjualan hasil pertanian. Produsen dan pihak industri bertanggung jawab dalam proses pengolahan selanjutnya.

Saat ini permintaan akan kebutuhan glukosa baik dalam maupun luar negeri sangat tinggi. Glukosa dihasilkan dari pati yang berasal dari berbagai tanaman yang mengandung karbohidrat melalui proses hidrolisis. Seperti yang kita ketahui bahwa jagung juga termasuk tanaman pangan yang mengandung karbohidrat cukup tinggi. Tingginya permintaan akan kebutuhan glukosa merupakan peluang bisnis yang harus dimanfaatkan sebaik mungkin. Hal ini tentu saja akan berdampak positif secara ekonomi baik bagi para petani, produsen maupun pihak industri. Lebih jauh, manfaat dari pengoptimalan pengolahan pati jagung sebagai bahan dasar pembuatan glukosa ini akan mampu meningkatkan taraf perekonomian bangsa Indonesia karena telah mampu memproduksi sendiri dalam skala yang cukup besar serta dapat menekan angka impor. Tidak menutup kemungkinan, apabila pati jagung sebagai bahan dasar glukosa, dapat diolah dengan maksimal dan dalam skala besar, maka tidak hanya permintaan dalam negeri yang terpenuhi, Indonesia juga bisa jadi pengeksport glukosa.

1.2.Tinjauan Pustaka

1.2.1. Jagung

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Sebagai sumber karbohidrat utama di Amerika Tengah dan Selatan, jagung juga menjadi alternatif sumber pangan di Amerika Serikat. Penduduk beberapa di Indonesia (misalnya di Madura dan Nusa Tenggara) juga menggunakan jagung sebagai pangan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga ditanam sebagai pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari biji), dibuat tepung (dari biji, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung biji dan tepung tongkolnya).

Jagung adalah tanaman berkeping tunggal atau monokotil, akar jagung berupa akar serabut yang dapat mencapai kedalaman 8 m tapi rata rata pada kisaran 2 m. Pada jagung dewasa muncul akar adventif dari buku-buku batang bagian bawah yang membantu menyangga tegaknya tanaman. Batang jagung tegak dan mudah terlihat, sebagaimana sorgum dan tebu, namun tidak seperti padi atau gandum. Batang jagung beruas-ruas. Setiap ruasnya terbungkus pelepah daun.

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap

pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi. Meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian antara 1m sampai 3m, ada varietas yang dapat mencapai tinggi 6m. Tinggi tanaman biasa diukur dari permukaan tanah hingga ruas teratas sebelum bunga jantan. Meskipun beberapa varietas dapat menghasilkan anakan (seperti padi), pada umumnya jagung tidak memiliki kemampuan ini.

Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman (monoecious). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku Poaceae, yang disebut floret. Pada jagung, dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal: gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (inflorescence). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Beberapa varietas unggul dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolifik. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri).

Buah jagung terdiri atas tongkol, biji, dan daun pembungkus. Biji jagung mempunyai bentuk, warna, dan kandungan endosperm yang bervariasi tergantung pada jenisnya. Pada umumnya, biji jagung tersusun dalam barisan yang melekat secara lurus atau berkelok-kelok dan

berjumlah antara 8-20 baris biji. Biji jagung terdiri dari tiga bagian utama, yaitu; a) pericarp yang merupakan lapisan tipis terluar pada biji, (b) endosperm (82%) sebagai cadangan makanan, dan (c) embrio (11,6%) (Rukmana, 2006).

Biji jagung kaya akan karbohidrat. Sebagian besar berada pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak banyak berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis tidak mampu memproduksi pati sehingga bijinya terasa lebih manis ketika masih muda. (Tjitrosoepomo, 2005).

1.2.2. Karbohidrat

Karbohidrat adalah komposisi yang terdiri dari elemen karbon, hidrogen dan oksigen, terdapat dalam tumbuhan seperti beras, jagung, gandum, umbi-umbian, dan terbentuk melalui proses asimilasi dalam tumbuhan (*Pekik*, 2007). Dibawah ini merupakan 3 pembagian karbohidrat berdasarkan susunan kimianya:

a. Monosakarida (gula sederhana).

Monosakarida adalah gula sederhana penyusun karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Monosakarida merupakan senyawa pembentuk disakarida (seperti sukrosa) dan polisakarida (seperti selulosa dan amilum). Monosakarida digolongkan berdasarkan jumlah atom karbon yang dikandungnya dan gugus aktifnya. Monosakarida dengan enam atom disebut heksosa, misalnya glukosa dan fruktosa. Monosakarida dengan lima atom disebut pentosa. Contoh pentosa antara lain xilosa, arabinosa dan ribosa. Sedangkan gugus aktif monosakarida bisa berupa aldehida atau keton seperti misalnya aldohexosa dan ketotriosa, monosakarida dibagi menjadi 3 golongan yakni:

- 1) Glukosa: disebut juga dekstrosa yang terdapat dalam buah-buahan dan sayur-sayuran. Semua jenis karbohidrat akhirnya akan diubah menjadi glukosa.
- 2) Fruktosa: disebut juga levulosa, zat ini bersama-sama glukosa terdapat dalam buah-buahan dan sayuran, terutama dalam madu, yang menyebabkan rasa manis.
- 3) Glaktosa: berasal dari pemecahan disakarida.

b. Disakarida (gula ganda).

Disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh manusia di dalam kehidupan sehari-hari. Setiap molekul disakarida akan terbentuk dari gabungan 2 molekul

monosakarida.. Disakarida dikelompokkan menjadi tiga golongan, yakni:

- 1) Sukrosa: terdapat dalam gula tebu, gula aren. Dalam proses pencernaan, sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa.
- 2) Maltosa: hasil pecahan zat tepung (pati), yang selanjutnya dipecah menjadi dua molekul glukosa.
- 3) Laktosa (gula susu): banyak terdapat pada susu, dalam tubuh laktosa agak sulit dicerna jika dibanding dengan sukrosa dan maltosa. Dalam proses pencernaan laktosa akan dipecah menjadi 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa.

c. Polisakarida (karbohidrat kompleks).

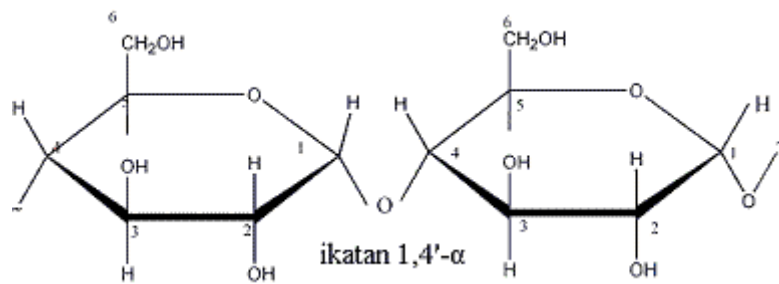
Polisakarida merupakan gabungan beberapa molekul monosakarida. Disebut oligosakarida jika tersusun atas 3-6 molekul monosakarida dan disebut polisakarida jika tersusun atas lebih dari 6 molekul monosakarida (Pekik, 2007). Polisakarida juga dikenal sebagai poliosa, merupakan karbohidrat majemuk yang mempunyai susunan kompleks dengan berat molekul. Makromolekul ini merupakan polimer monosakarida atau polimer turunan-turunan monosakarida. Apabila monomer polisakarida hanya terdiri atas satu jenis monosakarida, polisakarida ini disebut homopolisakarida; apabila monomer terdiri atas lebih dari satu jenis monosakarida atau turunan monosakarida,

polisakarida ini disebut heteropolisakarida. Polisakarida dikelompokkan menjadi tiga golongan, yakni:

1. Pati

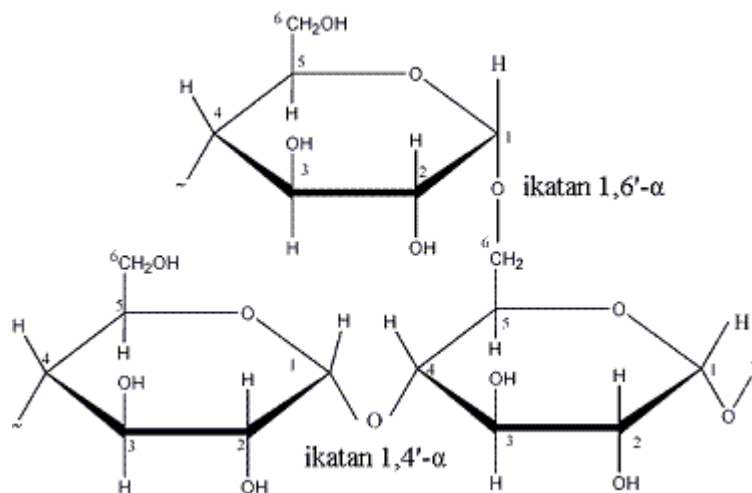
Merupakan sumber kalori yang sangat penting karena sebagian besar karbohidrat dalam makanan terdapat dalam bentuk pati. Pati adalah polisakarida nutrien yang tersedia melimpah pada sel tumbuhan dan beberapa mikroorganisme. Pati umumnya berbentuk granula dengan diameter beberapa mikron. Pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Jumlah kedua polisakarida ini tergantung dari jenis pati. Pati yang ada dalam kentang, jagung dan tumbuhan lain mengandung amilopektin sekitar 75 – 80%.

- a) Amilosa adalah polimer linier dari α -D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan 1,4- α . Dalam satu molekul amilosa terdapat 250 satuan glukosa atau lebih. Amilosa membentuk senyawa kompleks berwarna biru dengan iodium. Warna ini merupakan uji untuk mengidentifikasi adanya pati.



Gambar a.1 Struktur amilosa

- b) Molekul amilopektin lebih besar dari amilosa. Strukturnya bercabang. Rantai utama mengandung α -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4'- α . Tiap molekul glukosa pada titik percabangan dihubungkan oleh ikatan 1,6'- α .



Gambar b.2 Struktur amilopektin

Hidrolisis lengkap pati akan menghasilkan D-glukosa. Hidrolisis dengan enzim tertentu akan menghasilkan dextrin dan maltosa.

2. Glikogen

Disebut juga pati binatang, adalah jenis karbohidrat semacam gula yang disimpan di hati dan otot dalam bentuk cadangan karbohidrat. Struktur glikogen mirip dengan amilopektin, namun memiliki lebih banyak percabangan. Glikogen adalah polisakarida simpanan pada tubuh hewan. Manusia dan vertebrata lainnya menyimpan glikogen pada sel hati dan sel otot. Glikogen dalam sel akan dihidrolisis bila terjadi peningkatan permintaan gula dalam tubuh. Hanya saja, energi yang dihasilkan tidak seberapa sehingga tidak dapat diandalkan sebagai sumber energi dalam jangka lama.

3. Dekstran

Merupakan salah satu produk hasil hidrolisis pati berwarna putih hingga kuning (SII, 1985), hidrolisis pati dapat dilakukan oleh asam atau enzim. Pati akan mengalami proses pemutusan rantai oleh enzim atau asam selama pemanasan menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Ada beberapa tingkatan dalam reaksi hidrolisis tersebut, yaitu molekul pati mula-mula pecah menjadi unit rantai glukosa yang lebih pendek (6-10 molekul) yang disebut dekstran. Dekstran kemudian pecah menjadi maltosa yang selanjutnya dipecah lagi menjadi unit terkecil glukosa (Somaatmadja, 1970).

1.2.3. Glukosa

Glukosa adalah suatu gula monosakarida dan salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi hewan dan tumbuhan. Glukosa merupakan salah satu hasil utama fotosintesis dan awal bagi respirasi. Bentuk alami (D-glukosa) disebut juga dekstrosa, terutama pada industri pangan. Glukosa dapat digunakan sebagai pemanis dalam makanan, minuman, dan es krim. Glukosa dibuat dengan jalan fermentasi dan hidrolisa. Pada proses hidrolisa biasanya menggunakan katalisator asam seperti HCl, asam sulfat. Bahan yang digunakan untuk proses hidrolisis adalah pati.

Tabel 1.1 Syarat Mutu Glukosa

KOMPONEN	SPESIFIKASI
Gula reduksi dihitung sebagai d-Glukosa	Maksimum 30%
Pati	Tidak Nyata
Sulfur	Untuk kembang gula maksimum 400 ppm, yang lainnya 40 ppm
Pemanis Buatan	Negatif

Sumber : SII 0418-81, 2001

1.2.4. Reaksi Hidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi kimia yang memecah molekul air (H_2O) menjadi kation hidrogen (H^+) dan anion hidroksida (OH^-) melalui suatu proses kimia. Proses ini biasanya digunakan untuk memecah polimer tertentu, terutama yang dibuat melalui polimerisasi tumbuh bertahap (*step-growth polimerization*). Kata "hidrolisis" berasal dari bahasa Yunani *hydro* "air" + *lysis* "pemisahan". Hidrolisis berbeda dengan hidrasi. Pada hidrasi, molekul tidak terpecah menjadi dua senyawa baru. Biasanya hidrolisis terjadi saat proses pencernaan karbohidrat.

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil / OH oleh suatu senyawa. Gugus OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, gabungan alkali dengan air dan hidrolisis dengan katalis enzim. Sedangkan berdasarkan fase reaksi yang terjadi diklasifikasikan menjadi hidrolisis fase cair dan hidrolisis fase uap. Berikut adalah beberapa macam proses glukosa melalui hidrolisis pati ini yaitu :

a. Pembuatan Glukosa melalui Hidrolisis Pati dengan Enzim

Hidrolisis dengan menggunakan asam sudah sejak lama berusaha digantikan dengan hidrolisis menggunakan enzim. Enzim dapat memecah ikatan polimer dari pati. Enzim bekerja secara spesifik,

sehingga diharapkan bahwa kandungan bahan penyusun glukosa yang dihasilkan dapat diatur perbandingannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

Hidrolisis pati secara enzimatis merupakan proses sakarifikasi, yaitu proses pemutusan seluruh rantai molekul pati sehingga didapatkan perolehan glukosa yang maksimal. Karena itu pada proses pembuatan glukosa secara asam biasanya diikuti oleh proses enzim dengan tujuan agar produk yang dihasilkan benar-benar murni glukosa. Secara umum hidrolisis enzimatis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, tetapi hidrolisis enzimatis juga memiliki beberapa masalah. Seringkali hidrolisis enzimatis memerlukan waktu beberapa hari, sedangkan untuk asam hanya memerlukan waktu beberapa menit saja. Harga enzim cukup mahal dibandingkan dengan harga asam sulfat dan asam klorida yang murah (Taherzadeh & Karimi, 2006).

b. Pembuatan Glukosa melalui Hidroisis Pati dengan Asam

Hidrolisis secara asam merupakan proses likuifaksi, yakni berupa pemutusan rantai-rantai molekul pati yang lemah sehingga perolehan glukosanya belum maksimal. Untuk menurunkan energi aktivasi (menurunkan suhu reaksi) dan mempercepat jalannya reaksi hidrolisis pati dibutuhkan suatu katalis. Secara mikro, mekanisme kerja katalis dapat dijelaskan sebagai terjadinya tumbukan antar elektron

yang mengakibatkan adanya perubahan konfigurasi elektron sehingga didapat unsur baru yang pada akhirnya menghasilkan zat (senyawa) baru.

Penambahan katalis asam dapat menciptakan kondisi asam dan pH yang sesuai. Efektivitas dari kerja katalis juga sangat dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi pati. Salah satu katalis asam yang dapat digunakan adalah HCl. Menurut Hartono dan Wahyudi (1999), HCl digunakan sebagai katalis dengan pertimbangan antara lain :

- HCl merupakan salah satu jenis oksidator kuat
- Harganya relatif murah dan mudah diperoleh
- Lebih aman jika dibandingkan dengan jenis asam yang lain

Hidrolisis dengan menggunakan asam menyebabkan gelatinisasi sempurna dari semua pati, dan menghasilkan hidrolisat yang mudah di saring, tetapi didapat juga produk reversi, garam-garam dan timbulnya warna akibat kerja katalitik yang tidak spesifik. Pati yang derajat kemuriannya kurang, mengandung kontamin protein yang akan ikut terhidrolisis bila digunakan asam, hal ini merupakan penyebab timbulnya warna coklat pada produk.

c. Pembuatan Glukosa melalui Hidroisis Pati dengan Basa

Proses hidrolisis dapat juga dilakukan secara basa, tetapi produk yang dihasilkan bukan glukosa melainkan *saccharinate* (sakarín), salah satu zat pemanis sintetis. Pada proses secara asam, larutan asam berfungsi sebagai katalis, tetapi pada proses basa, larutan basa ikut sebagai pereaksi bersama pati. Jika basa yang digunakan adalah NaOH maka terbentuk natrium sakarin, jika yang digunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, maka produknya adalah kalsium sakarin. Reaksi pembentukan sakarin akan menjadi lambat jika dalam pereaksi terdapat oksigen terlarut, karena dengan adanya oksigen ini akan terbentuk asam-asam volatile seperti asam asetat dan asam format. Pada proses secara asam, larutan asam berfungsi sebagai katalis, tetapi pada proses basa, larutan basa ikut sebagai pereaksi bersama pati.